Rev. Chilena Ent.
2000, *26*: 13 - 21

RELACIÓN DE LA FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE *SCHIZAPHIS GRAMINUM* (ROND.) Y *METOPOLOPHIUM DIRHODUM* (WALK.) (HEMIPTERA: APHIDIDAE) CON LA CONCENTRACIÓN DE ÁCIDO HIDROXÁMICO EN CEREALES DE INVIERNO

Silvia M. Rodríguez[1] , Sandra E. Bordakievich[1] , Gustavo Bilotti[2] ,
Serafina Russo[1] y Susana Delfino[3].

RESUMEN

Se evaluó la dinámica poblacional de los áfidos *Schizaphis graminum* (Rond.) y *Metopolophium dirhodum* (Walk.) en relación a la concentración de ácido hidroxámico presente en los cereales de invierno en las primeras etapas fenológicas del cultivo y a las condiciones meteorológicas. Se consideraron tres cultivos: trigo, avena y cebada, diseñando cuatro parcelas de cada una de ellas, la unidad de muestreo fue la planta. Se cosecharon muestras de dichos cultivos a los 5, 11 y 18 días de emergidos, analizándose en éstas la concentación de ácido hidroxámico. La máxima concentración de ácido hidroxámico se registró a los 5 días de emergido el cultivo, en los tres cereales, siendo mayor en avena. La relación entre número de pulgones y concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días fue negativa. Se observaron diferencias en la abundancia de áfidos en relación a las condiciones meteorológicas.
Palabras clave: *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, ácido hidroxámico.

ABSTRACT

Population dynamic of *Schizaphis graminum* (Rond.) and *Metopolophium dirhodum* (Walk.) in related to the hydroxamic acid concentration in winter cereals, in different phenological stages of the cropand different meteorological conditions were evaluated. Four plots of three crops were studied: wheat, oat and barley. Samples were gathered at 5, 11 and 18 days after plants had risen, from which hydroxamic acid concentration was analized. In the three cereals, the maximum hydroxamic acid concentration was registered during the first 5 days. The maximum concentration was observed on oat. The relantionship between the number of aphids per plant and hydroxamic acid concentration at 5, 11 and 18 days was negative. The meteorological conditions affected the population dynamic of *S. graminum* and *M. dirhodum*.
Key word: *Schizaphis graminum*, *Metopolophium dirhodum*, hydroxamic acid.

INTRODUCCION

Los pulgones (Hemiptera, Aphididae) son considerados unas de las plagas más importantes en los cereales de invierno, dañando a las plantas a través del consumo de nutrientes, inyección de toxinas y transmisión importante de virus .

Los cereales tienen distintos mecanismos de resistencia contra los áfidos (Dixon,1987). Ciertas especies de cereales pueden restringir el aumento de la población mediante el mecanismo denominado antibiosis, otras en cambio pueden tolerar las toxinas segregadas por los mismos, a ésto se lo denomina tolerancia.

Estudios químicos permitieron detectar la presencia de metabolitos secundarios en gramíneas, entre ellas el ácido hidroxámico (Woodward *et al.*, 1979 a). Estas sustancias presentan un rol de defensa para las plantas contra insectos como

[1] Cátedra de Zoología Agrícola. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

[2] Cátedra de Bioquímica. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

[3] Cátedra de Estadística. FAUBA, Av. San Martín 4453, 1417 Buenos Aires, Argentina

(Recibido: 25 de junio de 1998. Aceptado: 19 de marzo de 1999)

Metopolophium dirhodum (Argandoña,1980), *Sitobion avenae* (Leszczynski *et al.*, 1989, Leszczynski y Dixon, 1992; Givovich *et al.*, 1995), *Schizaphis graminum* (Argandoña *et al.*, 1981), *Ostrinia nubilalis* (Klun, 1967) y contra numerosos patógenos como *Helmintosporium turcicum* (Argandoña, 1980).

DIMBOA [2,4-Dihidroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one] es el ácido hidroxámico más abundante en los cereales (Niemeyer,1988). El ácido hidroxámico ha sido aislado de numerosas gramíneas: trigo (Argandoña *et al.*, 1981; Givovich *et al.*, 1992; Leszczynski *et al.*, 1989, Leszczynski y Dixon 1992; Nicol *et al.*, 1992; Zuñiga *et al.*, 1990), avena (Argandoña *et al.*, 1981) y maíz (Klun y Brindley, 1967; Corcuera *et al.*, 1978; Woodward *et al.*, 1979; Woodward *et al.*, 1978; Long *et al.*, 1977). También se ha estudiado su presencia en cebada (Zuñiga y Corcuera, 1986).

En plantas intactas, el ácido hidroxámico está presente como glicósido, el mismo es hidrolizado enzimáticamente cuando el tejido es dañado y el compartimiento intracelular es destruído (Hofman y Hofmanova, 1970). En la planta se localiza en la savia floemática, la principal ingesta de los pulgones, y en las células del mesófilo (Givovich *et al.*, 1992).

La concentración de ácido hidroxámico varía según la especie de gramínea, la edad de la planta y el órgano considerado (Argandoña *et al.*, 1981). El ácido hidroxámico comienza a ser detectado en análisis químicos alrededor del segundo día después de la germinación de la semilla, incrementando su concentración abruptamente y siendo máxima al cuarto día, luego decrece con la edad de la planta. Se ha observado su presencia en coleoptile, hojas y raíces, siendo más alta su concentración en hojas y más baja en raíces. En ambos casos, la cantidad decrece a medida que envejece la planta.

El agregado de ácido hidroxámico a dietas artificiales afecta seriamente la alimentación, crecimiento y reproducción de los pulgones de los cereales (Argandoña *et al.*, 1983; Niemeyer *et al.*, 1993). La presencia de ácido hidroxámico en plantas de trigo afecta el comportamiento alimentario de los áfidos a través de un mayor período entre la inserción del estilete y colonización del tejido floemático (Givovich y Niemeyer, 1991).

Bajas concentraciones de DIMBOA inhiben la síntesis de ATP y reduce la actividad de la enzima ATPasa en pulgones, y a concentraciones más altas, inhibe el transporte mitocondrial de electrones. (Niemeyer *et al.*, 1986)

Asimismo, el ácido hidroxámico presenta distinto comportamiento en la resistencia de los áfidos según la localización de la toxina. (Givovich y Niemeyer, 1995) Una alta concentración de DIMBOA en el mesófilo provoca un deterioro en la alimentación de los áfidos durante la penetración del estilete. En cambio, con altos niveles de DIMBOA en la savia floemática no sólo se afecta la alimentación de los áfidos sino que provoca antibiosis.

La concentración de ácido hidroxámico en la planta regula la distribución de pulgones en los distintos órganos de las plantas (Nicol *et al.*, 1992). Estos resultados concuerdan con los hallados por Argandoña *et al.* (1981) quienes establecen una relación negativa entre el número de *S. graminum* y el contenido de ácido hidroxámico en las tres primeras hojas de plantas de trigo y de cebada.

Las condiciones meteorológicas determinan el desarrollo de las poblaciones de áfidos. El rango óptimo de temperatura para el desarrollo del pulgón amarillo de los cereales (*M. dirhodum*) oscilaría entre 18 y 22°C, siendo su umbral inferior de 3 a 6°C y el superior de 27°C. (Botto *et al.*, 1979) Asimismo, la temperatura óptima para el pulgón es de 20°C y temperaturas mayores a 27,5°C le ocasionan la muerte. (Dean, 1974). La plaga se incrementa considerablemente con temperaturas comprendidas entre los 14 y 18°C. (Caballero, 1972)

Algunas especies de pulgones se benefician bajo condiciones de sequía y otras bajo condiciones de humedad. Estas favorecen el rápido aumento de enfermedades fúngicas, pudiendo reducir la población de áfidos. Las precipitaciones abundantes reducen la actividad de algunos parasitoides. (Borne, 1970).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la dinámica poblacional de los áfidos *S. graminum* y *M. dirhodum* en relación a la concentración de ácido hidroxámico presente en los cereales de invierno, en las primeras etapas fenológicas del cultivo, considerando la influencia de las condiciones meteorológicas.

MATERIALES Y METODOS

Material vegetal

El ensayo se llevó a cabo en parcelas de 9 m^2 cada una en el predio de la Facultad de Agronomía de Buenos Aires. Se consideraron tres cultivos: trigo var. Redomón, avena var. Gringa y cebada var. Bordenave INTA. La siembra se realizó el 29 de septiembre de 1995. La densidad de siembra utilizada fue la siguiente: trigo 600 pl/m^2, avena 577 pl/m^2 y cebada 500 pl/m^2.

Para cada uno de los cultivos se consideraron 4 parcelas. En cada una de ellas se seleccionaron 5 plantas con muestreo sistemático y arranque al azar, sobre las cuales se realizó el monitoreo semanal de pulgones, desde los 5 días de emergido los cultivos hasta la madurez de los mismos (desde el 16/10 hasta el 4/12). Sobre estas muestras se determinó la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días posteriores a la emergencia.

Cuantificación del ácido hidroxámico en planta

El método empleado para la determinación directa del ácido hidroxámico en extractos de planta fue el desarrollado por Klun y Brindley (1967), basado en la absorción colorimétrica del complejo ácido hidroxámico-cloruro férrico.

En un mortero se malaxó aproximadamente 1 g de tejido fresco con 5 ml de agua, luego se pasó por tamiz y se dejó 15 minutos a temperatura ambiente. El extracto se ajustó a pH 3 con HCl 0.1 N y se centrifugó a 5.000 g por 15 minutos. Se extrajo el sobrenadante 3 veces con éter etílico. El residuo final se llevó a sequedad. Este residuo que contenía la aglicona del ácido hidroxámico se mezcló con el reactivo de cloruro férrico y el complejo coloreado formado se leyó en el espectrofotómetro a 590 nm. La concentración de ácido hidroxámico en los tejidos se determinó comparando la absorbancia de los extractos con una curva estandar hecha con DIMBOA patrón.

Los valores registrados representan los equivalentes de DIMBOA (en mmol de sustancia/ kg de tejido verde).

Análisis estadístico

El ensayo, para cada uno de los cultivos, se llevó a cabo según un diseño completamente al azar, siendo la planta la unidad experimental considerada.

La diferencia en la concentración de ácido hidroxámico (DIMBOA) entre los cultivos y según la edad de la planta se analizó mediante un análisis de variancia (ANDEVA) con enfoque univariado para un diseño completamente aleatorizado. Las comparaciones múltiples posteriores se hicieron según Prueba de Tukey.

La relación entre la fluctuación de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico en planta a los 5, 11, y 18 días de emergido los cultivos se analizó mediante modelos de regresión lineal, siendo la ecuación general del modelo la siguiente:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_1 . X_3 + \beta_5 X_2 . X_3 + Ei$$

Y : variable dependiente (número de pulgones por planta)

X1 : tipo de pulgón (1 pulgón verde, 2 pulgón amarillo)

X2 : tiempo (semana de monitoreo)

X3 : concentración de DIMBOA (mmol/planta)

La relación entre la fluctuación de los áfidos en el tiempo y las variables meteorológicas (precipitaciones y temperaturas) fueron analizadas también con modelos de regresión lineal múltiple cuya ecuación es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_1^2 + \beta_3 X_1^3 + \beta_4 X_2 + \beta_5 X_3 + \beta_6 X_4 + \beta_7 X_5 + \beta_8 X_2 . X_3 + \beta_9 X_1 . X_2 + \beta_{10} X_1^2 . X_2 + \beta_n X_n + Ei$$

Y : variable dependiente (número de pulgones por planta)

X1-X5 : variables independientes

X1 : tiempo (semana del monitoreo : 16/10 : 1, 23/10 : 2, 30/10 : 3, etc.)

X2 : temperatura media (promedio semanal, en ºC)

X3 : precipitaciones (sumatoria semanal, en mm)

X4 : repetición

X5 : Di (días transcurridos desde el último muestreo)

RESULTADOS Y DISCUSION

Concentración de ácido hidroxámico en extractos vegetales

El análisis estadístico de los resultados determinó diferencias significativas en la concentración de DIMBOA en hoja según edad de la planta (P< 0,05), a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo mostrando una tendencia a variar en los tres cultivos analizados, (F= 4,136; P < 0,08) coincidiendo con Argandoña *et al.* (1981). Los valores oscilaron entre 0,1097 y 0,0145 mmol de sustancia por kg de tejido verde (Fig.1)

La máxima concentración fue registrada en avena, en cada uno de los períodos considerados. La cebada fue la que menores valores de ácido hidroxámico presentó, siendo su concentración un 30% menor que la correspondiente a avena. En trigo los valores hallados fueron intermedios entre las anteriores (Fig. 1).

En los tres cereales analizados, la máxima concentración de ácido hidroxámico se detectó a los 5 días de emergido el cultivo, disminuyendo la misma a medida que envejecía la planta (Fig. 1). La magnitud de disminución de la concentración de la sustancia varió entre los cultivos y períodos considerados, coincidiendo con lo citado por Argandoña *et al.* (1981).

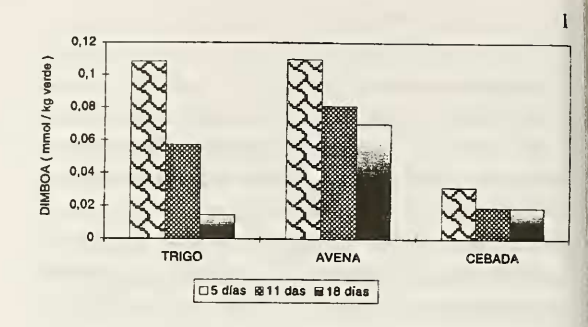
Las diferencias resultan significativas a lo largo del tiempo, especificamente cuando se comparan los niveles de concentración de DIMBOA a los 5 días y a los 18 días de emergido el cultivo (P < 0,05). No se encontraron diferencias significativas en los períodos comprendidos entre los días 5-11 y 11-18 respectivamente según prueba de Tukey.

En trigo se observó una disminución abrupta de la concentración de ácido hidroxámico en el tiempo. La concentración disminuyó un 47 % entre los días 5 y 11 de emergido el cultivo y un 40 % entre los días 11 y 18 (Fig. 1). En avena, la concentración de ácido hidroxámico disminuyó 27 % entre los días 5 y 11 de emergido el cultivo y 10 % entre los días 11 y 18 (Fig. 1). En cebada la disminución del ácido hidroxámico fue mayor a la ocurrida en avena para los 5 y 11 días (39 %), variando solo un 1 % a partir del día 11 (Fig. 1).

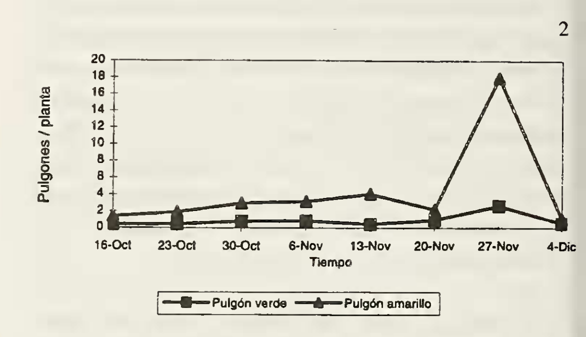
Distribución de los áfidos en planta

En los tres cultivos analizados, la densidad de *S. graminum* fue menor que la de *M. dirhodum* para cada uno de los períodos considerados (Figs. 2 -4).

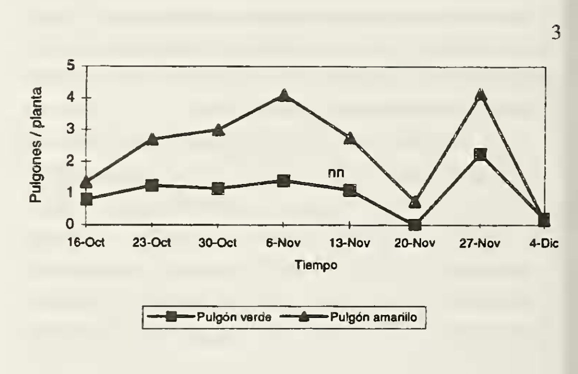
1



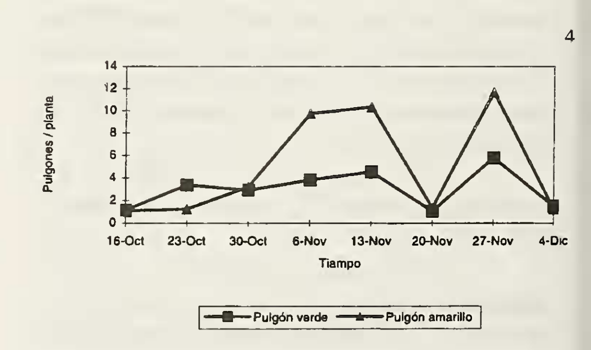
2



3



4



Figuras 1-4: 1. Contenido de ácido hidróxámico (DIMBOA) en cereales. 2. Avena: Fluctuación de pulgones en el tiempo. 3. Trigo: Fluctuación de pulgones en el tiempo. 4. Cebada: Fluctuación de pulgones en el tiempo.

Asimismo, se observó una disminución en el número de *S. graminum* y *M. dirhodum* por planta en la semana del 20 de noviembre y un aumento de ambos pulgones en la semana del 27 de noviembre. En ambas fechas, los aumentos y disminuciones fueron más significativos para *M. dirhodum*.

En trigo, la densidad de *M. dirhodum* aumentó en las primeras semanas, registrando dos picos pronunciados la semana del 6 de noviembre y 27 de noviembre. La densidad de *S. graminum* se mantuvo estable en las primeras semanas, aumentando hacia final del ciclo (Fig. 2). En avena se registró una pequeña variación en la densidad de ambos pulgones en las primeras semanas, aumentando la densidad de *M. dirhodum* en la semana del 27 de noviembre (Fig. 3). En cebada, la densidad de *M. dirhodum* aumentó a partir de la semana del 30 de noviembre hasta la del 13 de noviembre, presentando un segundo pico poblacional en la semana del 27 de noviembre. La tendencia de la fluctuación poblacional de *S. graminum* fue semejante a *M. dirhodum*, manteniéndose la primera a un nivel inferior respecto de la segunda (Fig. 4).

Relación de la fluctuación poblacional de los áfidos con la concentración de ácido hidroxámico en planta

Según los modelos de regresión lineal múltiple, la relación existente entre la densidad de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo varió entre cultivos y tipo de pulgón analizado.

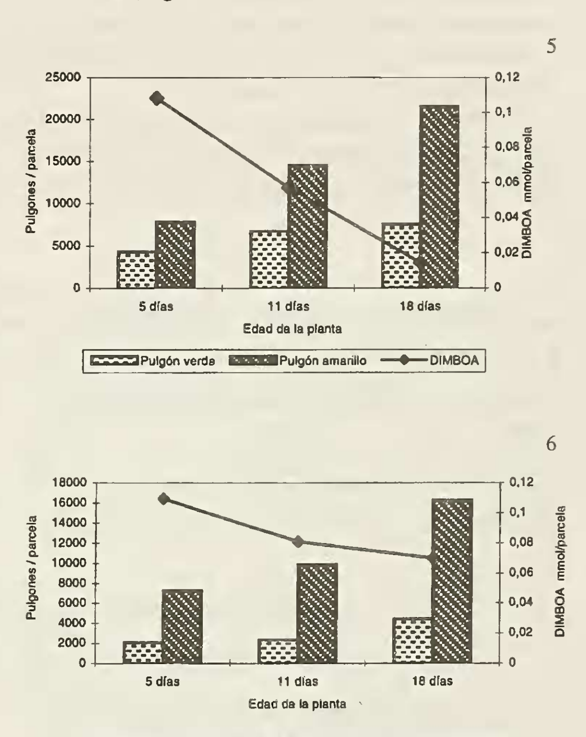
En todos los modelos se observó una relación negativa entre la variable dependiente «número de pulgones/planta» y la variable independiente «concentración de DIMBOA en planta» (Tabla 1) en correspondencia con lo citado por Nicol *et al.* (1992) y Argandoña *et al.* (1981).

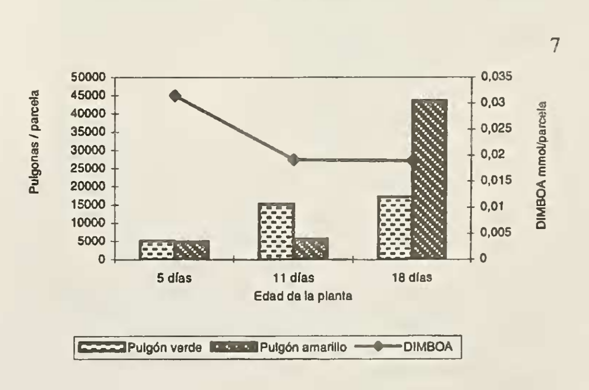
En las figuras 5, 6 y 7, se observa la relación entre número de pulgones verdes y amarillos y contenido de DIMBOA para cada uno de los cultivos analizados.

En trigo, hubo un aumento significativo en la densidad de *M.dirhodum* en los períodos comprendidos entre los días 5-11 y 11-18 de emergido el cultivo. La variación en la densidad de los pulgones verdes fue menor que la registrada para los pulgones amarillos (Fig. 5).

En avena, si bien fue pequeña la variación del contenido de DIMBOA en parcela entre los días 11 y 18, la densidad de ambos pulgones aumentó, siendo más significativo el aumento para los pulgones amarillos (Fig. 6).

En cebada, entre los días 5 y 11, la disminución en el contenido de DIMBOA en parcela se relaciona con el aumento en la densidad de pulgones, siendo mayor dicho aumento para los pulgones verdes. Si bien a partir del día 11 el contenido de DIMBOA se estabilizó, hubo aumentos en la densidad de ambos pulgones, siendo mayor para los pulgones amarillos (Fig. 7).





Figuras 5-7: Relación entre el número de pulgones verdes y amarillos y el contenido de DIMBOA en parcela. 5. Trigo, 6. Avena, 7. Cebada.

Relación de la fluctuación poblacional de pulgones con las condiciones meteorológicas

La temperatura media osciló entre 16,31 y 25,54 °C siendo la precipitación semanal máxima de 70,6 mm (Tabla 2).

En los tres cultivos analizados, los modelos de regresión múltiple mostraron diferencias en cuanto a la influencia de las condiciones meteorológicas en la fluctuación de *S. graminum* y *M. dirhodum*. Asimismo, en cada modelo analizado, fueron distintas las variables independientes que mejor se relacionaron con la variable dependiente «número de pulgones por planta» (Tablas 3 - 5).

El número de pulgones por planta no solo está relacionado con la evolución natural del cultivo sino que determinadas condiciones meteorológicas pueden afectar negativamente la población de los mismos.

Con respecto a las precipitaciones semanales (Figs. 8-10), en trigo y cebada, la densidad de ambos pulgones se relaciohó en forma negativa con las precipitaciones. En la semana del 20 de noviembre y en ambos cultivos, se observó un descenso significativo de la densidad de *S. graminum* y *M. dirhodum*, en correspondencia con un aumento de precipitaciones ocurridas en las últimas dos semanas, coincidiendo con lo citado por Bierne (1970) (Figs. 8 y 9). En avena, la respuesta a la variable precipitaciones fue mayor para *S graminum* que *M. dirhodum* (Fig. 9).

En cuanto a las temperaturas medias (Figs. 11 - 13), en los tres cultivos analizados, la densidad de

TABLA 1

RELACIÓN ENTRE EL NÚMERO DE PULGONES POR PLANTA Y LA CONCENTRACIÓN DE DIMBOA SEGÚN CULTIVO

Cultivo	Coeficiente de regresión	R2 (%)	Error Estandar	Valor P del Modelo
Trigo	- 0,317082	10,05	1,96	0,0004
Avena	- 0,266529	6,58	1,67	0,0046
Cebada	- 0,372274	13,86	5,96	0,0000

TABLA 2

PRECIPITACIONES SEMANALES Y TEMPERATURAS MEDIAS SEMANALES

Semana	Precipitaciones (mm)	Temperatura. media (°C)
19-octubre	0,0	16,31 ± 3 °C
23-octubre	13,6	21,28 ± 2 °C
31-octubre	0,0	18,31 ± 3 °C
07-noviembre	70,6	23,68 ± 1 °C
14-noviembre	33,3	18,84 ± 2 °C
22-noviembre	7,7	20,60 ± 2 °C
28-noviembre	11,6	22,35 ± 3 °C
07-diciembre	26,9	25,54 ± 2 °C

TABLA 3

TRIGO: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE

Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos:

Y= Bo + B1. pulgón + B2. tiempo 3 + B3. tiempo 2 x Precipitación + Ei

Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	1,3375	0,0000			
Tiempo3	4,278917	0,0000	22,6	1,89	0,0000
Precip.x tiempo	-1,59268	0,0000			

TABLA 4

AVENA: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.

Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos:

Y= Bo + B1. pulgón + B2. tiempo 3 + B3. tiempo 3 x Precipitación + Ei

Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	3,44375	0,0000			
Tiempo3	2,249369	0,0000	31,21	4,98	0,0000
Precip.x tiempo	-8,36299	0,0000			

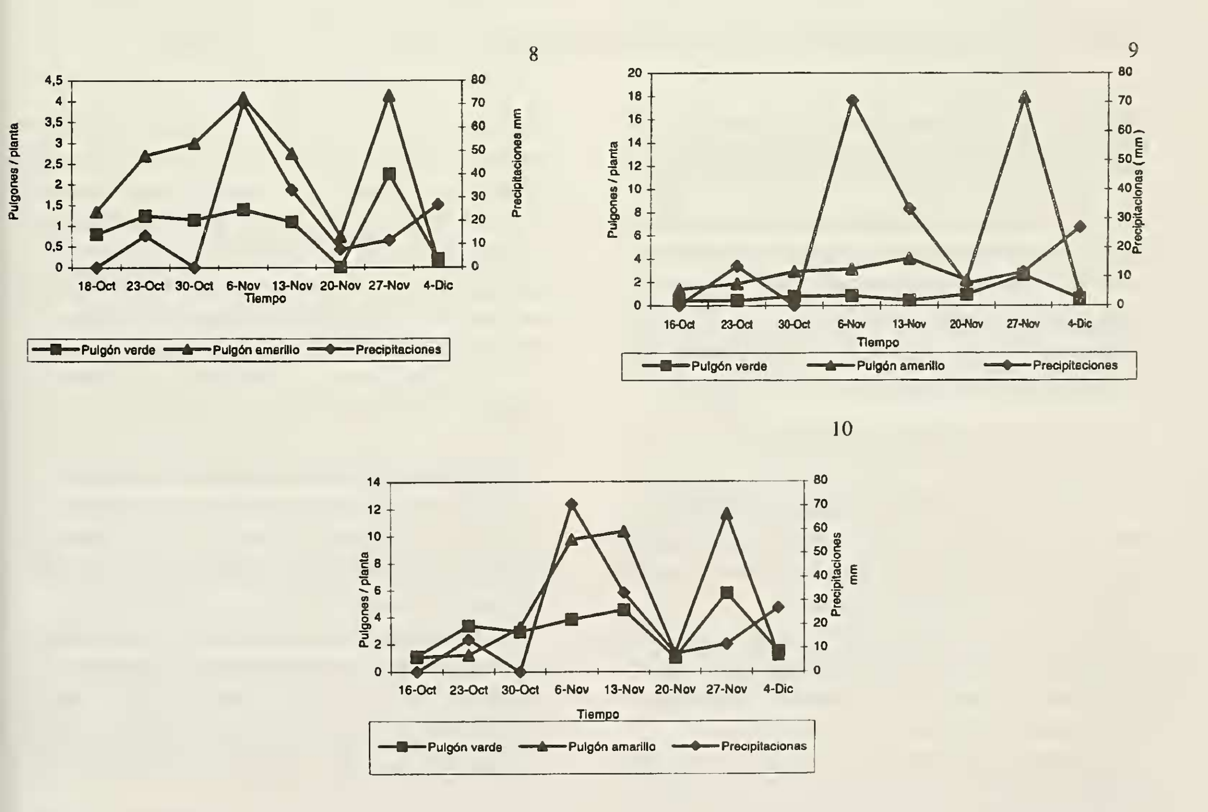
TABLA 5

CEBADA: MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE.

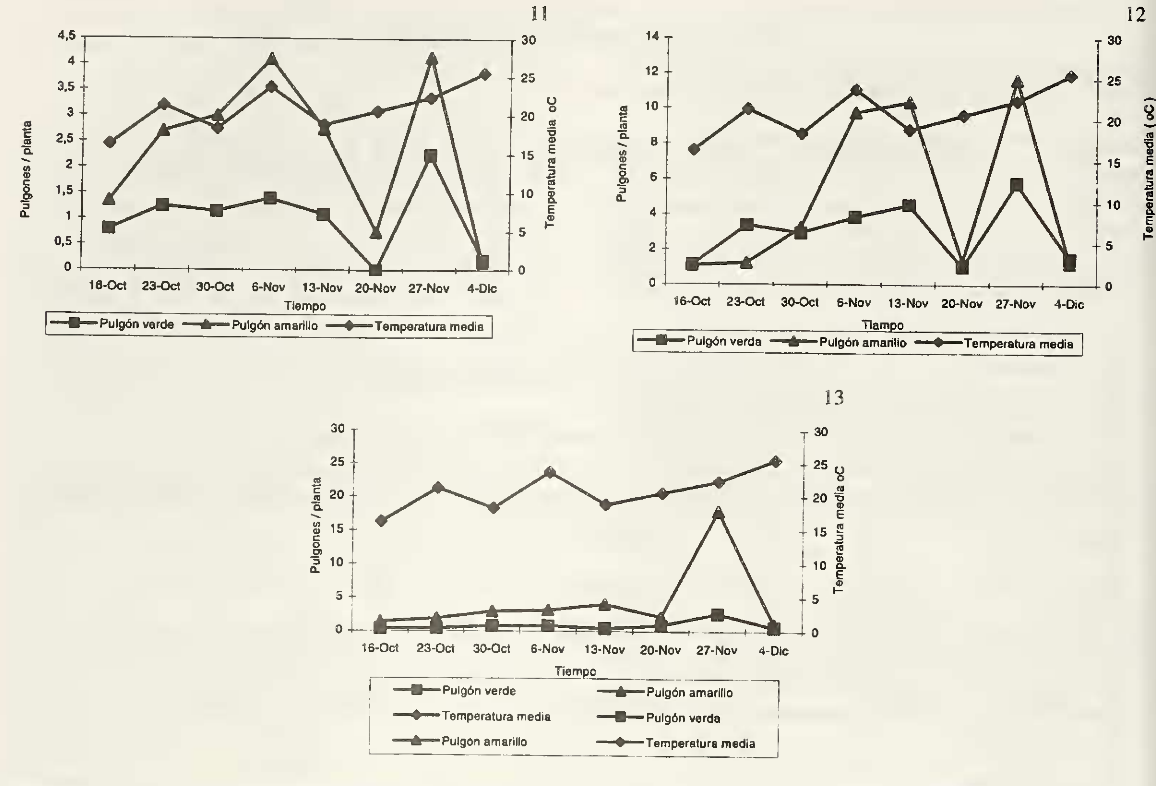
Modelo para la fluctuación de los pulgones verdes y amarillos

Y= Bo + B1. pulgón + B2. tiempo 3 + B3. Temperatura + B4. precipitación + B5. Tiempo3. Precipitación + Ei

Variables	Coeficiente estimado	Valor P de los coeficientes	R 2 (%)	Error Estándar	Valor P del modelo
Pulgón	1,9	0,0017			
Tiempo	2,143085	0,0000			
Temperatura	-1,107429	0,0002	24,59	5,37	0,0000
Precipitación	0,140062	0,0000			
Prec. x Tiempo	-7,96377	0,0000			



Figuras 8-10. Relación entre el número de pulgones verdes y amarillos y las precipitaciones semanales. 8. Trigo, 9. Avena. 10. Cebada.



Figuras 11-13. Relación entre los pulgones verdes y amarillos y la temperatura. 11. Trigo, 12. Avena, 13. Cebada.

M. dirhodum aumentó cuando la temperatura media fluctuó entre 18 y 22°C, en concordancia con lo citado por Botto *et al.* (1979), Caballero (1972) y Dean (1974). En cuanto a la fluctuación poblacional de *S. graminum*, en trigo y cebada, se observó que ante aumentos y disminuciones de la temperatura media, la densidad de aquellos varió en igual sentido (Figs. 11 y 12); en avena, no hubo relación entre dichas variables (Fig. 13).

CONCLUSIONES

La máxima concentración de ácido hidroxámico fue registrada en avena, mientras que cebada presentó valores mínimos de concentración en cada uno de los períodos considerados.

En los tres cereales analizados la máxima concentración de ácido hidroxámico se detectó a los 5 días de emergidas las plantas, disminuyendo la misma a medida que envejecían.

Existieron diferencias entre cultivos en cuanto a la fluctuación poblacional de los pulgones analizados. Respecto a *M. dirhodum*, presentó dos picos en la primera y última semana de noviembre en trigo y tres picos. en la primera, segunda y cuarta semana de noviembre en cebada, mientras que en avena lo hizo solamente en la última semana de noviembre. En los tres cultivos, *S. graminum* siguió la tendencia del anterior pero con valores inferiores, excepto en la segunda semana de monitoreo de octubre, donde *S. graminum* supera a *M. dirhodum*.

La relación entre la densidad de pulgones en planta y la concentración de ácido hidroxámico a los 5, 11 y 18 días de emergido el cultivo, varió entre cultivos y tipo de pulgones analizados. Se observó una relación negativa entre la variable dependiente «número de pulgones por planta» y la variable independiente «concentración de ácido hidroxámico en planta».

Con respecto a las precipitaciones semanales, en los tres cultivos la densidad de *M. dirhodum* y *S. graminum* se relacionó en forma negativa con las precipitaciones, siendo las que tuvieron mayor influencia sobre los pulgones las ocurridas hacia el final del ciclo de los cultivos.

En cuanto a las temperaturas medias, en trigo, avena y cebada, la densidad de pulgones amarillos

aumentó ante oscilaciones de temperatura media entre 18 y 22 °C. En cambio, la densidad de pulgones verdes, en trigo y cebada fluctuó en igual sentido que la temperatura media, ante aumentos y disminuciones de la misma. En avena no hubo relación entre dichas variables.

LITERATURA CITADA

Argandoña, V.H.; , J.G. Luza.; H.M. Niemeyer Y L.J. Corcuera, 1980. Role of hydroxamic acids in the resistance of cereals to aphids. Phytochem. *19*: 1665-1668.

Argandoña, V.H. ; H.M. Niemeyer Y L.J. Corcuera, 1981. Effect of content and distribution of hydroxamic acids in wheat on infestation by the aphid Schizahis graminum. Phytochem. *4*: 673-676.

Argandoña, V.H.; L.J. Corcuera; H.M. Niemeyer Y B.C., Campbell, 1983. Toxicity and feeding deterrancy of hydroxamic acids from gramineae in synthetic diets against the greebug *Schizaphis graminum*. Entom. experim. appl. *34*: 134-138.

Beirne, B.P., 1970. Effect of precipitation on crop insect. The Can. Entomol. *102*: 1360-1373.

Botto, e. N.; M. C. Hernández, M.E. Boggiatto y L. S. Crouzel, 1979. Resultados preliminares de estudios bioecológicos sobre el pulgón amarillo de los cereales *Methopolophium dirhodum* realizados en Castelar, Buenos Aires durante 1976 a 1979. Estudios de Campo. Rev. Soc. Entom. Arg. *38*: 37-46.

Caballero, C.V., 1972. Incidencia del ataque del pulgón amarillo de los cereales *Methopolophium dirhodum* (Walker-1948) en los rendimientos de trigo. Rev. Per. Entom *15*: 195-200.

Corcuera, L.J.; M.D. Woodward. ; J.P. Helgeson; A. Kelman Y C.D., Upper., 1978. 2,4- Dihydroxy-7- Methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one, an inhibitor from *Zea mays* with differential activity against soft Rotting *Erwinia* Species. Plant Physiol. *61*: 791-795.

Dean, G.J., 1974. Effect of temperature on the cereal aphids *Methopolophium dirhodum* Walk., *Rhopalosiphum padi* L. and *Macrosiphum avenae* F. (Hom. Aphididae). Bull. Entom. Res *63*: 401-409.

Dixon, A. F.G., 1987. Cereal aphids as an applied problem. Agric. Zool. Rev 2:1-57.

Givovich, A Y H. M. Niemeyer, 1991. Hydroxamic acids affecting barley yellow dwarf virus transmission by the aphid *Rhopalosiphum padi*. Entom. Exp. et Aplic *59*: 79-85.

Givovich, A.; S. Morse; H. Cerda; H.M. Niemeyer; S.D. Wratten Y P.J. Edwards, 1992. Hydroxamic acid glucosides in honeydew of aphids feeding on wheat. Jour. of Chem. Ecol *18* (6): 841-846.

Givovich, A. y H.M. Niemeyer, 1995. Comparasion of the effect of hydroxamic acids from wheat on fives species of cereal aphids. Entom. Exp. et Aplic *74*: 115-119.

Hofman, J y O. Hofmanova, 1970. 1,4 Benzoxazines derivatives in plants. Shephadex fractionation and identification of a new glucoside. Europ. Jour. of Biochem. *18*: 109-112.

Klun, J.A. y T.A. Brindley, 1967. 2,4- Dihydroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin - 3-one (DIMBOA), an active agent in the resistance of maize to the european corn borer. Jour of Econ. Entom *60* (6): 1529-1533.

Leszczynski, B. , L.C. Wright Y T. Bakowski, 1989. Effect of secondary plant substances on winter wheat resistance to grain aphid. Entomol. exp. appl *52*: 135-139.

Leszczynski, B. y A.F.G. Dixon, 1992. Resistance of cereals to aphids: the interaction between hydroxamic acids and glutathione S-transferases in the grain aphid *Sitobion avenae* (F.) (Hom., Aphididae). J. Appl. Ent. *113*: 61-67.

Long, B.J.; G.M. Dunn Y D.G. Routley, 1977. Relationship of hydroxamic acid content in corn and resistance to the corn leaf aphid . Crop Scien *17*: 55-58.

Long, B.J.; G.M. Dunn Y D.G. Routley, 1978. Relationship of hydroxamic concentration in maize and field reaction to Helminthosporium turcicum. Crop Scien *18*: 573-575.

Nicol, D.; S.V. Copaja; S.D. Wratten Y H.M. Niemeyer, 1992. A screen of worldwide wheat cultivars for hydroxamic acid levels and aphid antixenosis. Ann. Appl. Biol *121* (1): 11-18.

Niemeyer, H.M.; N.B. Calcaterra y O.A. Roveri, 1986. Inhibition of mitochondrial energy-linked reactions by 2,4-dihidroxy-7-methoxy-1,4-benzoxazin-3-one (DIMBOA), a hydroxamic acid from gramineae. Biochem. Pharmacol. *35*: 3909-3914.

Niemeyer, H.M., 1988. Hydroxamic acids (4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-ones) defence chemicals in the gramineae . Phytochem *26* : 3349-3358.

Niemeyer, H.M.; A. Givovich y H.R. Copaja, 1993. Hydroxamic acid chemical defences in wheat against aphids. Pest Contr. and Sustain. Agric., CSIRO, Australia, 39-43.

Woodward, M.D.; L.J Corcuera; J.P. Helgeson; A. Kelman y C.D.Upper, 1978. Factors that influence the activity of 2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one on *Erwinia* species in growth assays. Plant Physiol *61*: 803-805.

Woodward, M.D.; L.J. Corcuera; J.P. Helgeson y C.D. Upper, 1978. Decomposition of 2,4-dihydroxy-7-methoxy-2H-1,4-benzoxazin-3(4H)-one in aqueous solutions. Plant Physiol *61*: 796-802.

Woodward, M.D.; L.J.Corcuera; J.P. Helgeson; A.Kelman y C.D.Upper, 1979. Quantitation of 1,4-Benzoxazin-3-ones in maize by gas-liquid chromatography. Plant Physiology *63*: 14-19.

Woodward, M.D.; L.J.Corcuera; H.K.Schnoes; J.P. Helgeson y C.D. Upper, 1979. Identification of 1,4-Benzoxazin-3-ones in maize extracts by gas-liquid chromatography and mass spectrometry. Plant Physiology *63*: 9-13.

Zuñiga, G.E. y L.J.Corcuera, 1986. Effect of gramine in the resistence of barley seedings to the aphids *Rhopalosiphum padi*. Entomol. exp. appl *40*: 259-262.

Zuñiga, G.E.; S.V. Copaja; H.R Bravo; y V.H. Argandoña, 1990. Hydroxamic acids accumulation by wheat callus. Phytochem *29*(7): 2139-2141.